

グリッドコンピューティングの研究最前線

3. P2P とグリッドの関係

首藤 一幸

産業技術総合研究所



1. はじめに

ネットワーク経由で複数の高性能計算機を連係させて行う分散計算やその計算機環境は Computational Grid と呼ばれる。PC の性能向上によって、膨大な計算を行う研究者や技術者にとって魅力的なくらい性能の高い PC が、社内・学内・Internet 上に溢れることとなった。それらを束ねて Computational Grid を構築しようという取り組み、計算環境が、本稿のテーマである PC グリッド、または P2P グリッドである。

2. PC グリッドのアプリケーション

PC グリッドを構成する PC 群の性能は様々、つまり非均質 (heterogeneous) である。また、いつ本来の利用者が電源を落としてしまうかも知れない不安定 (volatile) さを抱えている。そのため PC グリッド上では一般に、こういった環境に強いマスター-ワーカー型の並列処理を行う。これは、大量の計算を細切れにした一部分を、マスタと呼ばれる計算機から多数のワーカーに配布して計算させるという、並列処理の一類型である。

マスター-ワーカー型があらゆる応用に適するわけではないが、合うものは確実にある。その代表がパラメータスタディという種類の処理である。その中には、商業的に価値の高い応用も数多い。例えば、創薬のための薬剤候補物質と受容体のマッチングでは、数万から数十万の候補物質を多数の PC で分担して試すことで、人手よりもはるかに速く候補物質を絞り込むことが可能となる。他にも、タンパク質の立体構造解析 (折り畳み) や自動車の衝突シミュレーションなどもパラメータスタディの例である。

3. 組織内と Internet 上

ネットワーク上の PC を束ねるとひと口に言っても、社内や学内、つまり組織内の PC を集めるのか、それとも Internet 上で PC 提供者を募るのかによって、分散処理ソフトウェアへの要件は大きく異なる。前者はデスクトップグリッド、cycle scavenging、後者はメガコンピューティングやボランティアコンピューティング [1]、public-resource computing などと呼ばれる。前者の例としては、古くは Condor [2]、最近の商用ソフトウェアとしては Entropia 社の DC Grid、United Devices 社の Grid MP がよく知られている。後者のプロジェクトとしては SETI@home、distributed.net などが有名である。SETI@home の電波信号処理アプリケーションは、当初、PC 側ソフトウェアに一体として組み込まれていたが、今では分散処理フレームワーク BOINC 上のアプリケーションとして実装されている。

組織内と Internet 上で状況が決定的に異なるのは、悪意を持った PC 提供者の有無である。後者の場合、その存在を前提とする必要がある。具体的には、ワーカーである PC が、受け取った計算依頼を抱え込んで計算結果を返さなかったり、嘘の結果を返してくることを想定せざるを得ない。嘘つき PC が 1 台混じっただけで全計算結果を信用できなくなってしまうのでは、使い物にならない。嘘の結果を検出する手段としては、マスタ側でたまに抜き打ち検算を行うという方法もあるが、よく用いられるのは投票という方法である。つまり、同一の計算を複数の PC に対して依頼し、返された計算結果を比較する。

一致しない場合にはPCどれかが嘘をついたと見なす。この方法の問題は、総計算能力が大きく減ってしまうことである。United Devices 社が運営するある Internet 上分散処理では、2002 年秋の時点で、同一の計算を 5 台の PC に割り当てていた。すると実際の総計算能力は、実は、参加 PC の合計性能の 1/5 にしかならない。計算能力をあまり減らさずに済む方法として、嘘をつく経済的な動機を PC 提供者に抱かせないためにはどのくらいしっかりと抜き打ち検算を行えばいいのか、といった研究 [3] もなされている。

4. P2P?

PC グリッド、P2P グリッドは P2P の一種だと見なされている。ここで P2P の定義を振り返ってみると、例えば IRTF(Internet Research Task Force) P2P Research Group の憲章にはこうある：「各ノードの役割が同じであり、例えば、あるノードはサーバ/クライアント両方の役割を果たす。」一方、P2P グリッドでは、マスター-ワーカー型並列処理のマスタを担う計算機は、いわば計算配布サーバであり、これが多数の PC に計算の一部を配布する。これはクライアント-サーバ型の分散システムそのものである。なぜこれが P2P なのだろうか。

歴史的には、ウェブでは表示用ダムクライアントでしかなかった PC が、2000 年頃現れた P2P ファイル共有(例：Gnutella)では重要な役割、つまり分散システムのアルゴリズムまで担い始めたこと、そのこととの類似が理由ではなからうか。元々厳密な定義がある語ではないので、このように、末端の機器が重要な役割を担うような分散システムまで広げて P2P と呼ぶ緩い定義もある。

一方で、(狭義の)P2P 技術をグリッドに活かそうという取り組みもある。例えば、PC クラスタなど計算機資源の IP アドレス、規模といった諸元を管理するディレクトリは、

従来 LDAP サーバや Web Services として構築されてきたが、P2P システムとしても素直に構築できる。

計算のグリッドに P2P 技術を活かしている例としては、GPU [4]、JNGI、P3 [5,6] がある。GPU は、ファイル共有ソフト Gnutella のファイル検索用オーバーレイを分散処理に利用する。検索要求の代わりに計算依頼、検索結果の代わりに計算結果がオーバーレイ上を流れる。JNGI と P3 は、P2P ミドルウェア JXTA の上に構築された分散処理フレームワークである。どちらも P2P の強みである台数的なスケラビリティや耐故障性の高さを狙っている。また、SETI@home など従来の Internet 上分散処理では、一般参加者は自身が持つ計算能力を一方向的に提供するだけだったのに対し、P3 と GPU では、誰しものが相互に相手の PC を利用できる。これらつまり、全ノードがサービス利用者であると同時に提供者であり、対等であるという P2P のコンセプトを計算のグリッドに適用するという試みである。

[1] 首藤一幸。ボランティアコンピューティング、Computer Today 2001 年 9 月号、pp.65-72、
<URL:<http://www.shudo.net/article/ComputerToday-200109-VolunteerComputing/>>

[2] <URL:<http://www.cs.wisc.edu/condor/>>

[3] Philippe Golle, Stuart Stubblebine. Distributed Computing with Payout: Task Assignment for Financial- and Strong-Security, Proc. Financial Cryptography '01(FC01), Feb 2001.

[4] <URL:<http://sf.net/projects/gpu/>>

[5] <URL:<http://p-three.sf.net/>>

[6] Kazuyuki Shudo, Yoshio Tanaka, Satoshi Sekiguchi. P3: P2P-based Middleware Enabling Transfer and Aggregation of Computational Resources, Proc. CCGrid 2005, May 2005.